

01.06.00

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT#3
09/9266628 May 02
R. Talle

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年 6月 1日

27 JUL 2000

出 願 番 号

Application Number:

平成11年特許願第153313号

出 願 人

Applicant (s):

株式会社小松製作所

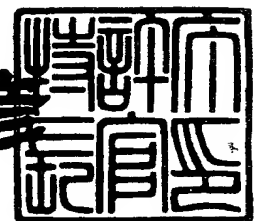
JU

PRIORITY
DOCUMENTSUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年 6月29日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特2000-3051960

【書類名】 特許願

【整理番号】 8E99002

【提出日】 平成11年 6月 1日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01S 3/13

【発明者】

 【住所又は居所】 栃木県小山市横倉新田 4 0 0 株式会社小松製作所小山工場内

 【氏名】 熊崎 貴仁

【発明者】

 【住所又は居所】 栃木県小山市横倉新田 4 0 0 株式会社小松製作所小山工場内

 【氏名】 有我 達也

【発明者】

 【住所又は居所】 栃木県小山市横倉新田 4 0 0 株式会社小松製作所小山工場内

 【氏名】 秋田 純

【発明者】

 【住所又は居所】 栃木県小山市横倉新田 4 0 0 株式会社小松製作所小山工場内

 【氏名】 伊藤 仙聡

【特許出願人】

 【識別番号】 000001236

 【氏名又は名称】 株式会社小松製作所

 【代表者】 安崎 暁

【代理人】

 【識別番号】 100095197

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 橋爪 良彦

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 065629

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 紫外レーザ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 レーザ光(11)を透過させる開口からなる透光部(47A～47C)と

透光部(47A～47C)の周囲にあって不要レーザ光(11A)を光路から除去し、レーザ光(11)を所定形状に整形する遮光部(49A～49C)とを有する遮光素子(37A～37C)を備えた狭帯域化紫外レーザにおいて、

遮光素子(37A～37C)近傍に、透光部(47A～47C)を加熱する加熱手段(45)を備えたことを特徴とする狭帯域化紫外レーザ。

【請求項 2】 請求項 1 記載の狭帯域化紫外レーザにおいて、

前記加熱手段(45)は、レーザ光(11)が発振していない状態においても加熱を行なうことを特徴とする狭帯域化紫外レーザ。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 記載の狭帯域化紫外レーザにおいて、

レーザ発振をコントロールするレーザコントローラ(4)と、

透光部(47A～47C)内の気体の温度を測定する温度測定器(48)とを備え、

温度測定器(48)は、気体の温度が所定の温度よりも高くなったことをレーザコントローラ(4)に通知し、

レーザコントローラ(4)は、この通知に基づいてレーザ発振を開始するようにしたことを特徴とする狭帯域化紫外レーザ。

【請求項 4】 レーザ光(11)を透過させる透光部(47A～47C)と、

透光部(47A～47C)の周囲にあって不要レーザ光(11A)を光路から除去し、レーザ光(11)を所定形状に整形する遮光部(49A～49C)とを有する遮光素子(37A～37C)を備えた狭帯域化紫外レーザにおいて、

遮光素子(37A～37C)の近傍に不活性ガスを吹きつける、吹付手段(40)を備えたことを特徴とする狭帯域化紫外レーザ。

【請求項 5】 レーザ光(11)を透過させる透光部(47A～47C)と、

透光部(47A～47C)の周囲にあって不要レーザ光(11A)を光路から除去し、レーザ光(11)を所定形状に整形する遮光部(49A～49C)とを有する遮光素子(37A～37C)

を備えた狭帯域化紫外レーザにおいて、

遮光部(49A~49C)が、アルミニウム、アルミニウム合金、又は銅のいずれかを
含む材質で形成されていることを特徴とする狭帯域化紫外レーザ。

【請求項 6】 レーザ光(11)を透過させる透光部(47A~47C)と、

透光部(47A~47C)の周囲にあって不要レーザ光(11A)を光路から除去し、レー
ザ光(11)を所定形状に整形する遮光部(49A~49C)とを有する遮光素子(37A~37C)
を備えた狭帯域化紫外レーザにおいて、

遮光部(49A~49C)は、レーザ光(11)が透過する材質で形成されていることを特
徴とする狭帯域化紫外レーザ。

【請求項 7】 レーザ光(11)を透過させる透光部(47A~47C)と、

透光部(47A~47C)の周囲にあって不要レーザ光(11A)を光路から除去し、レー
ザ光(11)を所定形状に整形する遮光部(49A~49C)とを有する遮光素子(37A~37C)
を備えた狭帯域化紫外レーザにおいて、

透光部(47A~47C)は、レーザ光(11)が透過する固体で形成されていることを特
徴とする狭帯域化紫外レーザ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、狭帯域化された紫外レーザに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来から紫外レーザにおいて、加工用光源としての性能を向上させるために、
共振器内に波長選択素子を搭載してレーザ光のスペクトル幅を狭くし、かつその
中心波長を安定化する、狭帯域化という技術が知られている。

以下、エキシマレーザを例にとって、従来技術を説明する。図7は、従来技術
に関わる狭帯域化されたエキシマレーザの構成断面図である。同図において、エ
キシマレーザ1は、レーザガスを封入したレーザチャンバ2と、このレーザチャ
ンバ2から発振されるレーザ光11を狭帯域化する狭帯域化ユニット10とを備
えている。レーザチャンバ2内で放電によって発振したレーザ光11は、レーザ

チャンバ 2 の外部後方に設けられた狭帯域化ユニット 1 0 に入射する。

狭帯域化ユニット 1 0 に入射したレーザ光 1 1 は、プリズム 3 2、3 2 によって拡大され、グレーティング 3 3 に入射する。そして、グレーティング 3 3 によって所定の波長のレーザ光 1 1 のみが入射光と同じ方向に折り返され、レーザチャンバ 2 に再入射し、フロントミラー 8 から出射する。

【0 0 0 3】

このとき、レーザ光 1 1 の一部が、狭帯域化ユニット 1 0 内部のプリズム 3 2 やグレーティング 3 3 の端部に当たることがある。このような狭帯域化されない反射光（これを不要レーザ光 1 1 A と言う）がレーザチャンバ 2 に戻ると、中心波長やスペクトル幅等のレーザ光 1 1 の光品位が低下する。また、レーザ光 1 1 が所定の入射面以外の面から光学部品に入射することにより、熱が発生して光学部品が歪むことがある。さらには、グレーティング 3 3 に対して所定の入射角以外の角度でレーザ光 1 1 が入射すると、グレーティング 3 3 の波長選択が良好に行なわれず、レーザ光 1 1 の光品位が低下する。

これを避けるために、狭帯域化ユニット 1 0 にレーザ光 1 1 が入射する位置には不要レーザ光 1 1 A を除去する第 1 の遮光素子 3 7 A が、また、狭帯域化ユニット 1 0 内には、第 2 の遮光素子 3 7 B が、それぞれ設けられている。さらに、フロントミラー 8 の内側には、レーザ光 1 1 のビーム形状を加工に好適な所定の形状とするために、第 3 の遮光素子 3 7 C が設けられている。

【0 0 0 4】

図 8 に、遮光素子 3 7 A ～ 3 7 C の形状を示す。同図において遮光素子 3 7 A ～ 3 7 C は不要レーザ光 1 1 A を除去するプレート状の遮光部 4 9 A ～ 4 9 C と、レーザ光 1 1 が透過する長方形の開口からなる透光部 4 7 A ～ 4 7 C とを有している。

レーザ光 1 1 が遮光素子 3 7 A ～ 3 7 C に照射されると、遮光部 4 9 A ～ 4 9 C に当たった不要レーザ光 1 1 A は、乱反射して光路から外れ、エキシマレーザ 1 を覆う図示しないカバー等に吸収される。残りのレーザ光 1 1 は、透光部 4 7 A ～ 4 7 C を通過し、長方形のビーム形状に整形される。

【0 0 0 5】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前記従来技術には、次に述べるような問題点がある。

【0006】

即ち、従来技術によれば、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C の材質に関しては記載されておらず、一般的には金属が使用されている。この遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C にレーザー光 1 が照射されると、その一部が遮光部 4 9 A ~ 4 9 C に吸収され、遮光部 4 9 A ~ 4 9 C が熱を帯びてくる。

【0007】

このとき、透光部 4 7 A ~ 4 7 C 内には、例えば空気や不活性ガス等の気体が存在している。従って、遮光部 4 9 A ~ 4 9 C の内縁 5 0 A ~ 5 0 C からの発熱により、この気体に温度勾配が生じる。即ち、透光部 4 7 A ~ 4 7 C の内縁 5 0 A ~ 5 0 C 近傍の気体の温度は高くなるが、中央近傍の気体の温度はさほど高くない状態となってしまう。

その結果、透光部 4 7 A ~ 4 7 C の屈折率が不均一となり、気体があたかもレンズのように作用して、透光部 4 7 A ~ 4 7 C を通過するレーザー光 1 1 の波面が歪むことになる。

その結果、エキシマレーザー 1 から出射するレーザー光 1 1 のビーム形状が歪んだりスペクトル幅が太くなったりして、レーザー光 1 1 の品位が低下し、加工が良好に行なわれなくなるという問題がある。

【0008】

さらに、レーザー発振を開始した時点では、温度勾配はほとんど存在せず、レーザー光を長時間発振させるに従って温度勾配が生じてバランスするため、発振の開始時と長時間経過後とでは透光部 4 7 A ~ 4 7 C の屈折率が変化する。そのため、発振の開始時に光品位が良好となるようにレーザー光 1 1 のグレーティング 3 3 への入射角を調整しても、時間の経過と共に波面が歪んで、光品位が低下する。また、ビーム形状やビーム中心位置が変動して加工に悪影響を与えるという問題がある。

【0009】

本発明は、上記の問題点に着目してなされたものであり、透光部の温度勾配の

変化を抑えてレーザ光を高品位に保つことの可能な狭帯域化紫外レーザを提供することを目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段、作用及び効果】

上記の目的を達成するために、第1発明は、

レーザ光を透過させる開口からなる透光部と、

透光部の周囲にあって不要レーザ光を光路から除去し、レーザ光を所定形状に整形する遮光部とを有する遮光素子を備えた狭帯域化紫外レーザにおいて、

遮光素子近傍に、透光部を加熱する加熱手段を備えている。

【0011】

第1発明によれば、遮光素子近傍に、透光部を加熱する加熱手段を備えている。これにより、透光部内の気体が全体に熱せられて略均一な温度となり、レーザ光が遮光板に照射された際に生じる透光部内の気体の温度勾配を緩和することができる。従って、透光部の屈折率の不均一が小さくなるので、レーザ光が透光部を透過した際に波面が歪むことがなく、高品位のレーザ光を得ることが可能となる。

さらに、予め遮光素子の全体を加熱しておくことにより、レーザ光の発振開始時と時間経過後との、透光部の屈折率の変動を小さくできる。従って、発振開始時に狭帯域化ユニット内の光学部品の配置や角度を調整しておけば、時間の経過に伴う波面の変動が小さく、光品位が低下するということがない。

【0012】

また、第2発明は、第1発明記載の狭帯域化紫外レーザにおいて、

前記加熱手段は、レーザ光が発振していない状態においても加熱を行なっている。

【0013】

第2発明によれば、レーザ光が発振していない状態においても、加熱を行なっている。これにより、レーザ光が発振する際には既に透光部内の気体の温度が略均一化されており、発振直後の気体の温度変化が小さくなる。従って、発振直後から高品位のレーザ光を安定して得ることが可能である。

【 0 0 1 4 】

また、第 3 発明は、第 1 又は第 2 発明記載の狭帯域化紫外レーザにおいて、
レーザ発振をコントロールするレーザコントローラと、
透光部内の気体の温度を測定する温度測定器とを備え、
温度測定器は、気体の温度が所定の温度よりも高くなったことをレーザコントローラに通知し、
レーザコントローラは、この通知に基づいてレーザ発振を開始するようにしている。

【 0 0 1 5 】

第 3 発明によれば、透光部内の気体の温度が充分高くなってから、レーザ発振を開始している。これにより、レーザ発振を開始する際に、すでに透光部内の気体の温度が上がって略均一化されているので、レーザ光が温度変化による屈折率変動の影響を受けず、常に高品位のレーザ光を得ることが可能である。

【 0 0 1 6 】

また、第 4 発明は、
レーザ光を透過させる透光部と、
透光部の周囲にあって不要レーザ光を光路から除去し、レーザ光を所定形状に整形する遮光部とを有する遮光素子を備えた狭帯域化紫外レーザにおいて、
遮光素子の近傍に不活性ガスを吹きつける、吹付手段を備えている。

【 0 0 1 7 】

第 4 発明によれば、遮光素子に不活性ガスを吹きつけている。これにより、遮光素子の透光部内に気体が滞留しなくなって、熱せられた気体が常に入れ替わるので、気体の温度勾配が緩やかになり、透光部の屈折率勾配が小さくなる。従って、レーザ光の波面が歪むということが少なくなり、レーザ光の高品位が保たれる。

さらに、例えばこの不活性ガスを予め冷却しておけば、レーザ光の照射による遮光素子の熱上昇を小さく抑えることができる。従って、透光部の屈折率勾配が小さくなって、レーザ光の波面の歪みも小さくなる。

【 0 0 1 8 】

また、第 5 発明は、

レーザ光を透過させる透光部と、

透光部の周囲にあって不要レーザ光を光路から除去し、レーザ光を所定形状に整形する遮光部とを有する遮光素子を備えた狭帯域化紫外レーザにおいて、

遮光部が、アルミニウム、アルミニウム合金、又は銅のいずれかを含む材質で形成されている。

【 0 0 1 9 】

第 5 発明によれば、遮光素子の遮光部が熱伝導性の良いアルミニウム、アルミニウム合金、又は銅のいずれかを含む材質で形成されている。これにより、遮光素子にレーザ光が照射された際に、発生した熱が短時間で伝導する。これに加え、アルミニウム及びアルミニウム合金は、レーザ光を高い反射率で反射するので、遮光素子にレーザ光が殆んど吸収されない。

これらの理由から、遮光部の内縁の熱上昇が非常に小さいため、透光部内の気体に温度の不均一が生じにくく、その屈折率が均一になる。従って、レーザ光が透光部を透過する際に波面の乱れが起こらないので、レーザ光の光品位を高品位に保つことが可能である。

【 0 0 2 0 】

また、第 6 発明は、

レーザ光を透過させる透光部と、

透光部の周囲にあって不要レーザ光を光路から除去し、レーザ光を所定形状に整形する遮光部とを有する遮光素子を備えた狭帯域化紫外レーザにおいて、

遮光部は、レーザ光が透過する材質で形成されている。

【 0 0 2 1 】

第 6 発明によれば、遮光部が例えば CaF_2 や合成石英等の、レーザ光が透過する材質で形成されているので、遮光部にレーザ光が吸収されず、遮光部が熱を帯びることが少ない。

従って、透光部内に気体があったとしても、その気体が温められることがなく、屈折率が均一になるので、レーザ光が透光部を透過する際に波面の乱れが起こらない。即ち、レーザ光の光品位を高品位に保つことが可能である。



そして、例えば不要レーザ光を遮光部で屈折させて光路の外部に導けば、これを吸収材等で容易に吸収でき、光路に不要レーザ光が戻ることがない。或いは、例えば遮光部の表面にレーザ光を高反射率で反射する全反射コーティングを施すようにしてもよい。

【 0 0 2 2 】

また、第 7 発明は、
レーザ光を透過させる透光部と、
透光部の周囲にあって不要レーザ光を光路から除去し、レーザ光を所定形状に整形する遮光部とを有する遮光素子を備えた狭帯域化紫外レーザにおいて、
透光部は、レーザ光が透過する固体で形成されている。

【 0 0 2 3 】

第 7 発明によれば、例えば CaF_2 や合成石英等のレーザ光が透過する固体で透光部を構成している。これにより、レーザ光が透過する透光部内には気体が存在しなくなるので、気体の温度勾配が生じることがない。また、透光部はレーザ光を高透過率で透過させるので、透光部にレーザ光が吸収されて温められることもない。従って、透光部に温度勾配が生じて屈折率が不均一になるということがないので、レーザ光が透光部を透過した際に、波面の乱れが起こらない。

そしてこのとき、例えば透光部の周囲に、遮光部としてレーザ光を高反射率で反射するような金属製のプレートや全反射コーティングされた光学部品を配置するならば、レーザ光の品位を低下させる原因となる不要レーザ光を効率良く除去できる。従って、レーザ光の光品位を高品位に保つことが可能である。

【 0 0 2 4 】

【発明の実施の形態】

以下、図を参照しながら、本発明に関わる実施形態を詳細に説明する。尚、各実施形態において、前記従来技術の説明に使用した図、及びその実施形態よりも前出の実施形態の説明に使用した図と同一の要素には同一符号を付し、重複説明は省略する。

尚、以下の実施形態では、紫外レーザの一例として KrF エキシマレーザ（以下、エキシマレーザと略称する）を例にとって説明する。



【 0 0 2 5 】

まず、図 1 に基づいて第 1 実施形態を説明する。図 1 は、本実施形態に関わるエキシマレーザ 1 の構成断面図を示している。同図において、エキシマレーザ 1 は、レーザガスを封入し、その内部で放電を起こして真空紫外領域のレーザ光 1 1 を発振させるレーザチャンバ 2 と、このレーザチャンバ 2 から発振されるレーザ光 1 1 を狭帯域化する狭帯域化ユニット 1 0 とを備えている。

レーザチャンバ 2 の内部には、レーザガスとして例えばフッ素 (F 2) 、クリプトン (K r) 、及びネオン (N e) が所定の圧力比で封入されており、所定位置には 1 組の放電電極 5 , 5 が設置されている。この放電電極 5 , 5 間に図示しない高圧電源から高電圧を印加することにより、放電によってレーザガスを励起し、約 2 4 8 nm の波長を有するレーザ光 1 1 を発振させている。

尚、一般にこのようなエキシマレーザ 1 において、高電圧はパルス状に印加され、レーザ光 1 1 はパルス発振する。

【 0 0 2 6 】

レーザチャンバ 2 で発振したレーザ光 1 1 は、レーザチャンバ 2 の後端に設けられたリアウィンドウ 9 を透過して、レーザチャンバ 2 の外部後方に設けられた狭帯域化ユニット 1 0 に入射する。狭帯域化ユニット 1 0 は、狭帯域化ボックス 1 4 で周囲をカバーされ、その内部に例えば 2 個のプリズム 3 2 , 3 2 と、波長選択素子であるグレーティング 3 3 とを備えている。

狭帯域化ボックス 1 4 の内部に入射したレーザ光 1 1 は、プリズム 3 2 , 3 2 によって拡大され、グレーティング 3 3 に入射する。そして、グレーティング 3 3 によって所定の波長のレーザ光 1 1 のみが入射光と同じ方向に折り返され、狭帯域化される。レーザ光 1 1 は、レーザチャンバ 2 に再入射し、レーザチャンバ 2 前端に設けられたフロントウィンドウ 7 を透過してレーザチャンバ 2 前方に設けられたフロントミラー 8 から出射する。そして、加工機 1 5 に入射し、その内部で精密加工を行なうための光源となる。

【 0 0 2 7 】

レーザ光 1 1 が入射する狭帯域化ボックス 1 4 の入口には不要レーザ光 1 1 A を光路上から除去する第 1 の遮光素子 3 7 A が、また、狭帯域化ユニット 1 0 内

には、第 2 の遮光素子 3 7 B が、それぞれ設けられている。さらに、フロントミラー 8 の内側には、レーザ光 1 1 のビーム形状を加工に好適な所定の形状とするために、第 3 の遮光素子 3 7 C が設けられている。

遮光素子 3 7 A ～ 3 7 C の形状は、図 8 に示したものと同様である。即ち、遮光素子 3 7 A ～ 3 7 C は不要レーザ光 1 1 A を除去するプレート状の遮光部 4 9 A ～ 4 9 C と、レーザ光 1 1 が透過する長方形の開口からなる透光部 4 7 A ～ 4 7 C とを有している。

このとき、遮光素子 3 7 A ～ 3 7 C の遮光部 4 9 A ～ 4 9 C は、熱伝導率の高い物質、例えばアルミニウム合金又は銅を主成分とする材質で形成されている。

【 0 0 2 8 】

遮光素子 3 7 A ～ 3 7 C に照射されたレーザ光 1 1 は、透光部 4 7 A ～ 4 7 C を通過することにより、長方形のビーム形状に整形される。また、遮光部 4 9 A ～ 4 9 C に当たった不要レーザ光 1 1 A は、反射して光路から外れ、エキシマレーザを覆う図示しないカバー等に吸収される。

このとき、遮光素子 3 7 A ～ 3 7 C は、遮光部 4 9 A ～ 4 9 C で反射した不要レーザ光 1 1 A がレーザチャンバ 2 に戻って共振器内で共振しないよう、レーザ光 1 1 の光軸に対して非垂直な所定の角度をなすように配設されている。これにより、例えば第 1 の遮光素子 3 7 A で反射した不要レーザ光 1 1 A は、エキシマレーザ 1 を覆うカバー（図示せず）の内壁に当たって吸収される。また、第 2 の遮光素子 3 7 B で反射した不要レーザ光 1 1 A は、狭帯域化ボックス 1 4 内に設けられたアルミニウム等からなる吸収材 4 2 に当たって乱反射し、狭帯域化ボックス 1 4 の内壁に吸収される。このとき、吸収材 4 2 の表面は、反射した不要レーザ光 1 1 A が狭帯域化ボックス 1 4 の内壁の一点に集中しないよう、適度に不規則な凹凸を有しているのが好ましい。

【 0 0 2 9 】

即ち、遮光素子 3 7 A ～ 3 7 C は、所定の形状（本実施形態では所定の幅及び高さを有する長方形）の透光部 4 7 A ～ 4 7 C を備え、この遮光素子 3 7 A ～ 3 7 C を通過するレーザ光 1 1 のビーム形状を整形している。そして、遮光部 4 9 A ～ 4 9 C によって不要レーザ光 1 1 A を光路から除去して、レーザ光 1 1 が所

定以外の位置に照射されるのを防止している。

また、これらの遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C は、グレーティング 3 3 に対してレーザ光 1 1 が所定の入射角以外の角度で入射するのを防止している。これにより、グレーティング 3 3 の波長選択が良好に行なわれるので、レーザ光 1 1 の光品位を良好に保つことが可能となる。

【 0 0 3 0 】

そして本実施形態によれば、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C の遮光部 4 9 A ~ 4 9 C を、銅やアルミニウム合金のように熱伝導率の高い材質を主成分として構成している。

これにより、遮光部 4 9 A ~ 4 9 C に不要レーザ光 1 1 A が照射されても、内縁 5 0 A ~ 5 0 C に発生した熱が短時間で周囲に伝導して放熱するので、内縁 5 0 A ~ 5 0 C の熱上昇が非常に小さい。そのため、透光部 4 7 A ~ 4 7 C 内の気体に温度の不均一が生じにくく、その屈折率が均一になる。従って、レーザ光 1 1 が透光部 4 7 A ~ 4 7 C を透過しても波面の乱れが起こらないので、レーザ光 1 1 の光品位を高品位に保つことが可能である。

【 0 0 3 1 】

またこのとき、遮光部 4 9 A ~ 4 9 C の表面に、アルミニウム膜を蒸着するとさらに好適である。即ち、アルミニウムはレーザ光 1 1 の波長である紫外線に対する反射率が高いので、遮光部 4 9 A ~ 4 9 C に不要レーザ光 1 1 A が照射された際に大部分が反射し、その内縁 5 0 A ~ 5 0 C の温度上昇が非常に小さくなる。そのため、透光部 4 7 A ~ 4 7 C 内の屈折率が均一となり、波面の乱れが起こらないので、レーザ光 1 1 の光品位を高品位に保つことが可能である。

或いは、このようなアルミニウム膜の表面に、フッ化マグネシウム (M g F₂) 等の誘電体からなる無反射コーティングを施すとさらに好適である。即ち、アルミニウム膜に不要レーザ光 1 1 A が繰り返し照射されると、次第にアルミニウム膜が劣化してその反射率が低下するので、それを防止する効果がある。

また、アルミニウム合金の表面にアルミニウム膜を蒸着することなく、直接無反射コーティングを施してもよい。アルミニウム合金もレーザ光 1 1 に対する反射率が高いので、同様の効果がある。また、遮光部 4 9 A ~ 4 9 C をアルミニウ

ムで形成してもよい。

【 0 0 3 2 】

或いは、遮光部 4 9 A ~ 4 9 C の材質を、熱伝導性の低いセラミックにしてもよい。これにより、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C にレーザ光 1 1 が照射されても、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C が熱くなることが少ないので、透光部 4 7 A ~ 4 7 C 内の気体の温度上昇が非常に小さくなる。そのため、透光部 4 7 A ~ 4 7 C の屈折率が均一となり、波面の乱れが起こらないので、レーザ光 1 1 の光品位を高品位に保つことが可能である。

さらには他の例として、遮光部 4 9 A ~ 4 9 C の材質を合成石英、C a F₂、M g F₂のような、紫外線波長のレーザ光 1 1 が高透過率で透過する材質としてもよい。このようにすれば、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C にレーザ光 1 1 が照射されても、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C はレーザ光 1 1 を吸収することが少ない。そして、遮光部 4 9 A ~ 4 9 C の表面に全反射コーティングを施すようにすれば、不要レーザ光 1 1 A を高反射率で反射し、遮光部 4 9 A ~ 4 9 C が熱せられることが少ない。従って、透光部 4 7 A ~ 4 7 C 内の気体の温度上昇が非常に小さくなり、透光部 4 7 A ~ 4 7 C の屈折率が均一となって波面の乱れが起こらず、レーザ光 1 1 の光品位を高品位に保つことが可能である。

即ち、本実施形態によれば、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C を、レーザ光 1 1 に対する吸収率が非常に低い材質で形成しているので、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C の温度上昇が小さく、透光部 4 7 A ~ 4 7 C の屈折率が均一となって波面の乱れが起こらない。

【 0 0 3 3 】

次に、本実施形態に関わる狭帯域化ユニット 1 0 について詳細に説明する。狭帯域化ボックス 1 4 の外壁には小孔 3 8 が設けられ、配管を連結する継手 3 9 が固定されている。継手 3 9 の一端側（狭帯域化ボックス 1 4 外側）には、パージ配管 3 0 の一端が接続されている。パージ配管 3 0 の他端は、パージバルブ 2 7 を介して、例えば窒素（N₂）等の不活性ガスが充填されたパージポンプ 2 6 に接続されている。

パージバルブ 2 7 を開くと、パージポンプ 2 6 内の不活性ガスが、常時狭帯域

化ボックス 1 4 の内部に供給され、狭帯域化ボックス 1 4 の内部の空気を追い出して内部を清浄に保つことができる。これを不活性ガスによるパージと言う。

【 0 0 3 4 】

そして、継手 3 9 の他端側（狭帯域化ボックス 1 4 内側）には吹付配管 4 0 の一端が接続されている。吹付配管 4 0 の他端は 2 叉に分かれ、遮光素子 3 7 A, 3 7 B の近傍にそれぞれ固定されている。これにより、パージを行なうと、不活性ガスが遮光素子 3 7 A, 3 7 B の透光部 4 7 A, 4 7 B に吹きつけられる。

従って、遮光部 4 9 A ~ 4 9 C の内縁 5 0 A, 5 0 B が加熱されても、透光部 4 7 A, 4 7 B 内の気体が常に入れ替わるので、透光部 4 7 A, 4 7 B 中央近傍の気体と内縁 5 0 A, 5 0 B 近傍の気体との間の温度差が小さくなる。従って、透光部 4 7 A ~ 4 7 C の屈折率が均一になり、従来技術のようにレーザ光 1 1 の波面が歪むということが少なくなる。即ち、レーザ光 1 1 の高品位が保たれる。

尚、本実施形態では第 1、第 2 の遮光素子 3 7 A, 3 7 B の近傍にのみ吹付配管 4 0 を配置するよう説明したが、第 3 の遮光素子 3 7 C の近傍にも吹付配管 4 0 を配置し、不活性ガスを吹きつけるようにするとさらに好適である。

また、このとき図示しない冷却手段によって不活性ガスを冷却して遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C に吹きつけると、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C の温度上昇が抑えられるのでさらに好適である。

【 0 0 3 5 】

次に、本発明の第 2 実施形態を説明する。図 2 は、本実施形態に関わる狭帯域化ユニットの構成断面図を示している。

同図において、遮光素子 3 7 A, 3 7 B は、2 個のプリズム形状の光学部品からなり、このプリズム形状の頂角部を互いに向かい合うようにつき合わせることで、所定の間隙を有するスリットを構成している。そして、このスリットによって透光部 4 7 A, 4 7 B が決定され、プリズム部分が遮光部 4 9 A, 4 9 B を構成する。この遮光素子 3 7 A, 3 7 B は、合成石英、 CaF_2 、 MgF_2 等の、紫外線波長のレーザ光 1 1 が透過する材質で構成されている。

【 0 0 3 6 】

即ち、遮光素子 3 7 A, 3 7 B に照射されたレーザ光 1 1 のうち、プリズム形

状の遮光部 4 9 A, 4 9 B に照射された不要レーザ光 1 1 A は、プリズムの内部で屈折し、光軸から外れるような向きで遮光素子 3 7 A, 3 7 B から出射する。そして、アルミニウム製の吸収材 4 2 に照射され、吸収材 4 2 の表面で乱反射して狭帯域化ボックス 1 4 の内壁に吸収される。そして、スリット部分を通過したレーザ光 1 1 のみが遮光素子 3 7 A, 3 7 B を透過し、ビーム幅が制限される。

このとき、遮光素子 3 7 A, 3 7 B は不要レーザ光 1 1 A を吸収しない材質からなっているので、不要レーザ光 1 1 A に照射されても熱くなることが非常に少ない。そのため、透光部 4 7 A, 4 7 B 内の気体には、温度の不均一が生じず、透光部 4 7 A, 4 7 B の屈折率が均一になる。従って、レーザ光 1 1 が透光部 4 7 A, 4 7 B を透過しても波面の乱れが起こらないので、レーザ光 1 1 の光品位を高品位に保つことが可能である。

尚、同図ではプリズム形状の頂角部を向き合わせてスリットを形成しているが、これに限られるものではなく、例えば直角部や他の頂角部を向き合わせてスリットを形成しても良い。

【 0 0 3 7 】

このとき、所定の入射角以外の角度でグレーティング 3 3 に入射する不要レーザ光 1 1 A を除去するために、2 個のプリズムを組み合わせてスリット状の透光部 4 7 A, 4 7 B を構成するのではなく、1 個のプリズムによって光路の片側のみを遮光する場合もある。

或いは、2 個のプリズムを向い合わせるだけではなく、例えば 4 個のプリズムを上下左右に組み合わせて遮光素子 3 7 A, 3 7 B を構成し、透光部 4 7 A, 4 7 B を長方形の形状としてもよい。

このようにすれば、スリットが 1 方向のビーム幅のみを制限しているのに対し、これに垂直な他方向に対してもビーム幅を制限できるので、不要レーザ光 1 1 A をより確実に除去することが可能である。即ち、不要レーザ光 1 1 A がレーザチャンバ 2 に戻るのをより確実に防止できる。

或いは、上記のように 2 個又は 4 個のプリズムを独立に組み合わせるのではなく、そのような形状の光学素子を予め製作し、これを所定位置に配置してもよい。このようにすれば、遮光素子 3 7 A, 3 7 B を向い合わせるのに比べて透光部

4 7 A, 4 7 B の寸法精度をより精密に構成できる。従って、不要レーザ光 1 1 A をより確実に除去することが可能であり、レーザ光 1 1 の光品位が向上する。

尚、本実施形態では第 1、第 2 の遮光素子 3 7 A, 3 7 B のみについて説明したが、第 3 の遮光素子 3 7 C についても同様の構成としてもよい。

【0 0 3 8】

次に、本発明の第 3 実施形態を説明する。図 3 は、本実施形態に関わる遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C の形状を示す斜視図である。

同図において遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C は、合成石英、C a F₂、M g F₂ のような紫外線波長のレーザ光 1 1 が透過する材質で形成されている。この遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C の一側の面（例えば同図における手前側の面）及び他側の面には、斜線で示すようにレーザ光 1 1 の反射を抑える長方形の無反射コーティングが施されている。また、この透光部 4 7 A ~ 4 7 C を除き、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C の両面にはレーザ光 1 1 を高反射率で反射する全反射コーティングが施されている。

尚、このとき、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C の無反射コーティング部を図中 Y 方向にさらに広げて、スリット状にしてもよい。

【0 0 3 9】

このような遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C に照射されたレーザ光 1 1 を、例えば図 1 に示したようなエキシマレーザに配設すると、無反射コーティングを施された部分に照射されたレーザ光 1 1 は遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C を透過し、方形のレーザ光 1 1 となる。そしてそれ以外の、全反射コーティングを施された部分に照射された不要レーザ光 1 1 A は高反射率で反射し、図 1 で示したように吸収材 4 2 に照射される。即ち、無反射コーティングを施された部分が透光部 4 7 A ~ 4 7 C となり、全反射コーティングを施された部分が遮光部 4 9 A ~ 4 9 C となる。

【0 0 4 0】

或いはこのとき、透光部 4 7 A ~ 4 7 C に無反射コーティングを施すのではなく、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C をレーザ光 1 1 の光軸に対してブリュースター角をなすように配設してもよい。これにより、レーザ光 1 1 が透光部 4 7 A ~ 4 7 C を透過する際の損失を最小とすることが可能である。

また、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C の一側の面と他側の面とは平行にならないようにするのが良い。このような、一側の面に対して他側の面を傾けるのをウェッジを設けると言う。これは、レーザ光 1 1 が遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C の一側の面と他側の面との間で何度も反射して、レーザチャンバ 2 に戻るのを避けるためである。

また、一側の面に図 3 に示したような無反射コーティング及び全反射コーティングを施し、他側の面は全面に無反射コーティングを施してもよい。即ち、一側の面のみに遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C としての作用をさせてもよい。このようにすれば、透光部 4 7 A ~ 4 7 C の位置を一側の面だけ正確に合わせればよく、一側の面と他側の面との両方で合わせる必要がなくなるので、コーティング加工及び光軸合わせが簡単になる。

【 0 0 4 1 】

このように、本実施形態によれば、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C を C a F₂等のレーザ光 1 1 の透過率が大きな材質で形成し、透光部 4 7 A ~ 4 7 C に無反射コーティングを、その外周の遮光部 4 9 A ~ 4 9 C に全反射コーティングを、それぞれ施している。これにより、透光部 4 7 A ~ 4 7 C に照射されたレーザ光 1 1 は、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C を損失なく通過し、また、遮光部 4 9 A ~ 4 9 C に照射された不要レーザ光 1 1 A は、全反射コーティングによって高反射率で反射される。

従って、レーザ光 1 1 が遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C に照射されても吸収されることがなく、透光部 4 7 A ~ 4 7 C の温度が上昇しない。しかも、透光部 4 7 A ~ 4 7 C は透過率の大きな固体で構成されているので、温度勾配の生じるような気体が存在せず、透光部 4 7 A ~ 4 7 C の屈折率が不均一になることがない。従って、レーザ光 1 1 が透光部 4 7 A ~ 4 7 C を透過した際に波面の乱れが起こらないので、レーザ光 1 1 の光品位を高品位に保つことが可能である。

また、このとき透光部 4 7 A ~ 4 7 C に無反射コーティングを施すのではなく、透光部 4 7 A ~ 4 7 C をレーザ光 1 1 の光軸に対してブリュースター角をなすように配設しても良い。このようにしても、透光部 4 7 A ~ 4 7 C の透過率が大きくなるので、同様の効果が得られる。

【 0 0 4 2 】

図 4 に、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C の他の例を示す。即ち、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C は、第 1 実施形態において説明したものと同様の、長方形の開口を有する熱伝導率が大きき材質（アルミニウム合金、銅等）の遮光部 4 9 A ~ 4 9 C を備えている。そして、その開口には、合成石英、 CaF_2 、 MgF_2 のような紫外線波長のレーザ光 1 1 が透過する材質からなる部材が埋め込まれ、透光部 4 7 A ~ 4 7 C を構成している。この透光部 4 7 A ~ 4 7 C を構成する部材には、無反射コーティングが施され、また、図示はされていないがウェッジが設けられているのが好適である。

このような遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C に照射された不要レーザ光 1 1 A は、熱伝導性が大きき遮光部 4 9 A ~ 4 9 C により、ほとんど吸収されることなく反射される。しかも、上述したように透光部 4 7 A ~ 4 7 C が固体であるので、温度勾配の生じるような気体が存在せず、透光部 4 7 A ~ 4 7 C の屈折率が不均一になることがない。従って、レーザ光 1 1 の波面が歪まず、光品位を高品位に保つことが可能である。

【 0 0 4 3 】

また、図 5 に遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C の他の例を示す。同図に示すように、狭帯域化ユニット 1 0 を構成するプリズム 3 2 には、レーザ光 1 1 が入射する入射面 3 2 A 及び出射する出射面 3 2 B の略中央部の所定位置に、それぞれ長方形の無反射コーティングが施されている。また、この無反射コーティングされた部分を除く、プリズム 3 2 の入射面 3 2 A 及び出射面 3 2 B の全面には、全反射コーティングが施されている。

このようなプリズム 3 2 にレーザ光 1 1 が照射されると、無反射コーティングを施した部分に照射されたレーザ光 1 1 は、無反射コーティングのと同じ形状でプリズム 3 2 に入射する。即ち、プリズム 3 2 の無反射コーティングされた入射面 3 2 A が、透光部 4 7 A ~ 4 7 C を構成している。

また、全反射コーティングを施した部分に照射された不要レーザ光 1 1 A は反射されて光路から除去され、図示しない吸収材 4 2 等に照射される。即ち、プリズム 3 2 の全反射コーティングされた入射面 3 2 A が、遮光部 4 9 A ~ 4 9 C を

構成している。

このように、レーザ光 1 1 を拡大するためのプリズム 3 2 にコーティングを施すことで、プリズム 3 2 に遮光素子としての役割を兼ねさせることが可能である。これにより、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C を別途設ける必要がなく、部品点数が減少して装置の構成が簡単になる。また、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C を配置する位置の調整が不要となり、エキシマレーザ 1 の組立調整が簡単になる。

【 0 0 4 4 】

次に、本発明の第 4 実施形態を説明する。図 6 は、本実施形態に関わるエキシマレーザ 1 の構成断面図を示している。同図において、エキシマレーザ 1 は発振をコントロールするレーザコントローラ 4 を備えている。また、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C は、例えば第 1 実施形態に示したものと同様のものとする。

そして、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C の近傍には、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C とほぼ同一の形状でレーザ光 1 1 が透過する開口 4 6 を有するヒータ 4 5 が配設されている。レーザ光 1 1 は、透光部 4 7 A ~ 4 7 C を透過した後、このヒータ 4 5 の開口 4 6 を透過する。

このヒータ 4 5 には、図示しない給電線から電力供給が行なわれ、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C の近傍を加熱している。これにより、透光部 4 7 A ~ 4 7 C 内の気体の温度が略均一に上昇するので、レーザ光 1 1 が照射された際に内縁 5 0 A ~ 5 0 C の加熱の影響が小さくなって、透光部 4 7 A ~ 4 7 C の略中央部と内縁 5 0 A ~ 5 0 C 近傍とで、気体の温度勾配が緩やかなものとなる。

従って、透光部 4 7 A ~ 4 7 C 屈折率の不均一が小さく、レーザ光 1 1 が透光部 4 7 A ~ 4 7 C を透過した際に波面の乱れが起こらないので、レーザ光 1 1 の光品位を高品位に保つことが可能である。

【 0 0 4 5 】

また、このような加熱は、エキシマレーザ 1 を発振させないときにも行なうようにするのが良い。即ち、透光部 4 7 A ~ 4 7 C の気体を予熱しておくことにより、透光部 4 7 A ~ 4 7 C の屈折率が発振前から略均一になるので、レーザ発振を開始した際に遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C が急激に熱せられることがない。従って、発振直後からレーザ光 1 1 の光品位を高品位に保つことが可能である。

また、同図に示すように、透光部 4 7 A ~ 4 7 C 近傍に温度測定器 4 8 をそれぞれ設置し、透光部 4 7 A ~ 4 7 C の気体の温度を測定している。そして、加熱によって気体の温度が所定値になったことを、温度測定器 4 8 からレーザコントローラ 4 に通知している。レーザコントローラ 4 は、この通知に基づいてレーザ発振を開始する。これにより、温度が所定値以上になって常に透光部 4 7 A ~ 4 7 C の屈折率が略均一な状態でレーザ発振を行なうことが可能となり、レーザ光 1 1 の波面が乱れることがない。

【 0 0 4 6 】

また、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C を加熱する他の例として、同図に示すように、狭帯域化ボックス 1 4 の内部に清浄な不活性ガスをパージするパージ配管 3 0 の途中にヒータ 4 5 を設けている。即ち、ヒータ 4 5 によって温められた不活性ガスをパージすることにより、狭帯域化ボックス 1 4 の内部の温度を一様に高くしている。従って、レーザ発振時に遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C の内縁 5 0 A ~ 5 0 C が熱くなっても、透光部 4 7 A ~ 4 7 C 内の気体が予め温められているので、気体の温度に生じる勾配が小さい。即ち、屈折率が略均一となるので、レーザ光 1 1 の波面が乱れることがない。

また、このようなヒータ 4 5 は、レーザ光 1 1 の光路を覆うカバー（図示せず）や狭帯域化ボックス 1 4 の外壁に接触して設けられてもよく、これらの内部に設けられてもよい。

【 0 0 4 7 】

以上説明したように、本実施形態によれば、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C 近傍にヒータ 4 5 等の加熱手段を設け、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C の透光部 4 7 A ~ 4 7 C を加熱している。従って、レーザ光 1 1 が照射されて遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C の温度が高くなっても、透光部 4 7 A ~ 4 7 C 内の気体の温度に大きな勾配が生じることがない。即ち、屈折率が略均一となるので、この透光部 4 7 A ~ 4 7 C を透過するレーザ光 1 1 の波面が乱れず、高品位のレーザ光 1 1 を得ることが可能である。

【 0 0 4 8 】

尚、以上説明した各実施形態においては、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C は、長方形

の形状又はスリット形状として説明したが、これに限られるものではない。即ち、ピンホールのような形状でも良い。又は、上述したようにレーザ光 11 の片側のみを遮光するような形状でもよい。

【0049】

また、第 1～第 3 の遮光素子 37A～37C が、すべて装置内に設けられているように記載しているが、このような形態に限られるものではない。即ち、第 1～第 3 の遮光素子 37A～37C のうち、少なくともいずれか 1 つが設けられているエキシマレーザ 1 に対して、本発明は有効である。また、狭帯域化ボックス 14 内に設けられた第 2 の遮光素子 37B は 1 箇所のみには設けられているとは限らず、複数箇所に設けられている場合もある。

また、各実施形態では、遮光素子 37A～37C のすべてに対して同一の対策を施すように説明したが、これに限られるものではない。例えば、第 1 の遮光素子 37A には不活性ガスを吹きつけ、第 2 の遮光素子 37B を第 2 実施形態に示したようにレーザ光 11 の吸収率の低い物質で構成するようにしてもよい。また、第 3 の遮光素子 37C をレーザ光 11 の吸収率の低い物質で構成し、かつ、不活性ガスを吹きつけるようにしてもよい。即ち、各実施形態に記した発明を、各遮光素子 37A～37C に対して適宜応用すればよい。

【0050】

また、上記各実施形態においては、紫外レーザの一例として KrF エキシマレーザを例にとって説明したが、これに限られるものではない。例えば、ArF エキシマレーザ等の他のエキシマレーザや、F2 レーザ等の紫外レーザに対しても有効である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

第 1 実施形態に関わるエキシマレーザの構成断面図。

【図 2】

第 2 実施形態に関わるエキシマレーザの構成断面図。

【図 3】

第 3 実施形態に関わる遮光素子の斜視図。

【図 4】

遮光素子の他の例を示す斜視図。

【図 5】

遮光素子の他の例を示す斜視図。

【図 6】

第 4 実施形態に関わるエキシマレーザの構成断面図。

【図 7】

従来技術に関わるエキシマレーザの構成断面図。

【図 8】

従来技術に関わる遮光素子の形状図。

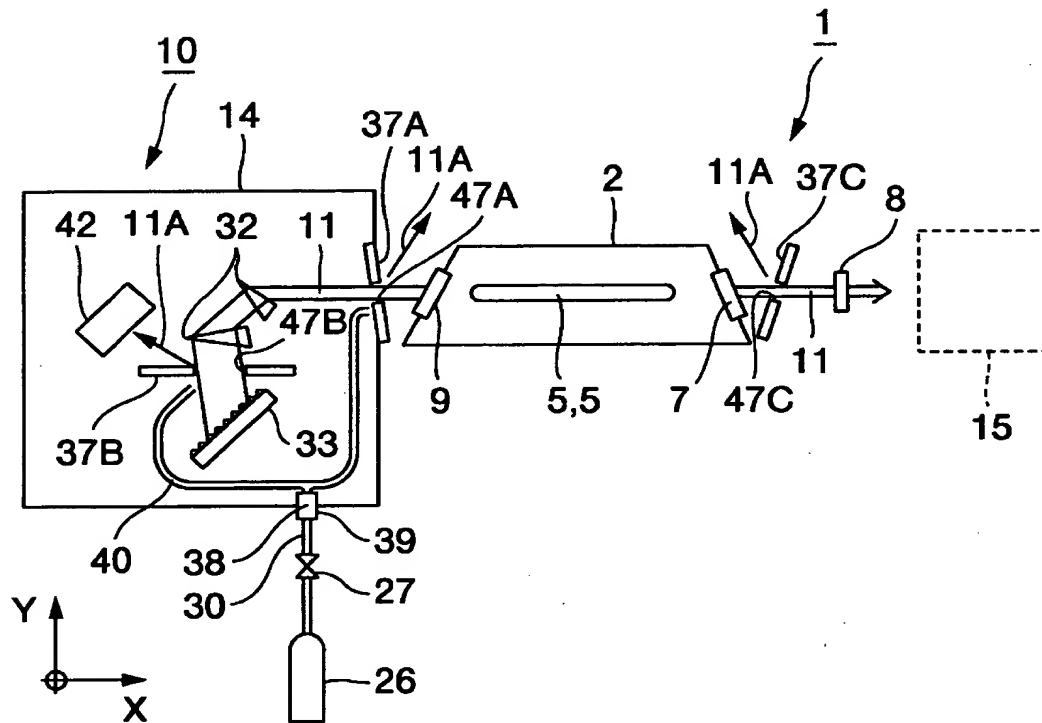
【符号の説明】

1 : エキシマレーザ、 2 : レーザチャンバ、 3 : 波長測定装置、 4 : レーザコントローラ、 5 : 放電電極、 7 : フロントウィンドウ、 8 : フロントミラー、 9 : リアウィンドウ、 10 : 狭帯域化ユニット、 11 : レーザ光、 14 : 狭帯域化ボックス、 15 : 加工機、 26 : パージポンプ、 27 : パージバルブ、 30 : パージ配管、 32 : プリズム、 33 : グレーティング、 37 : 遮光素子、 38 : 小孔、 39 : 継手、 40 : 吹付配管、 42 : 吸収材、 45 : ヒータ、 46 : 開口、 47 : 透光部、 48 : 温度測定器、 49 : 遮光部、 50 : 内縁。

【書類名】 図面

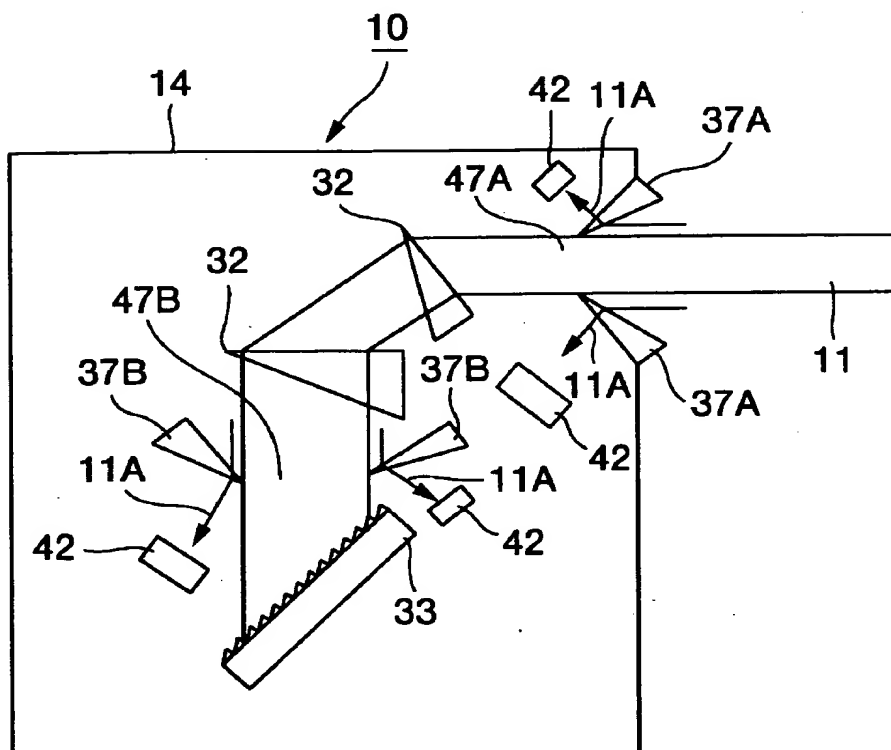
【図 1】

第1実施形態に関わるエキシマレーザの断面構成図



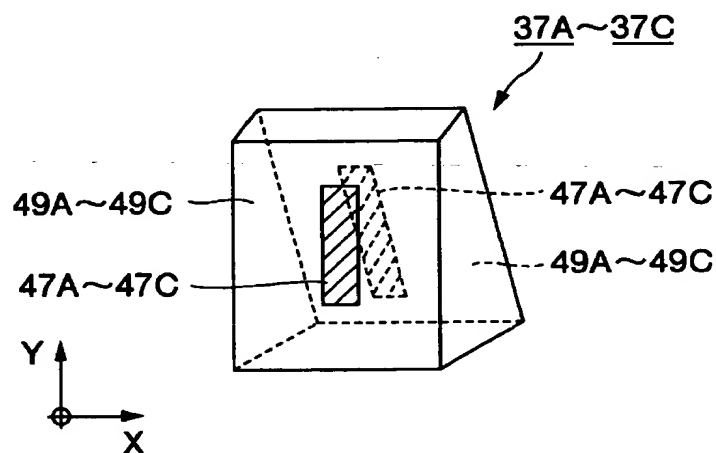
【図 2】

第2実施形態に関わる狭帯域化ユニットの断面構成図



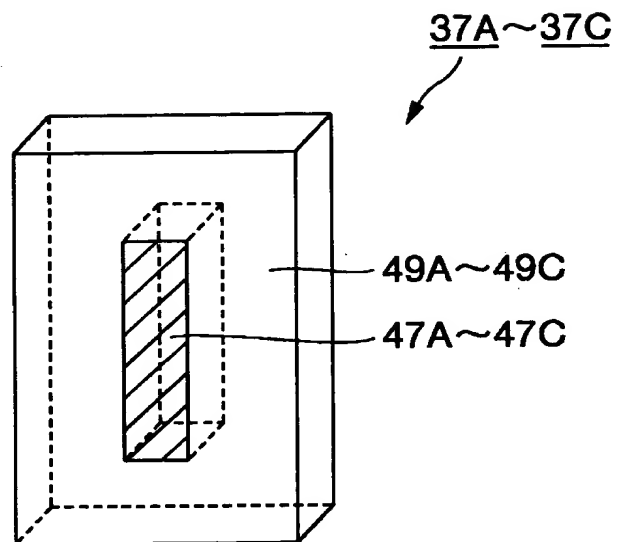
【図 3】

第3実施形態に関わる遮光素子の斜視図



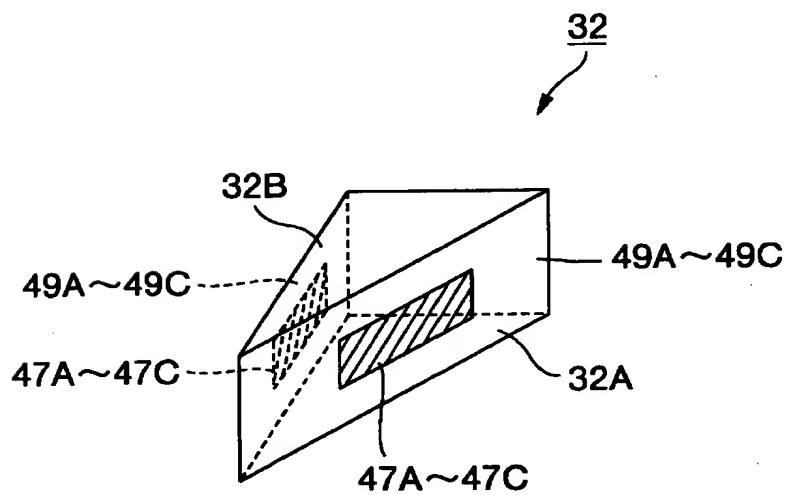
【図 4】

遮光素子の他の例を示す斜視図



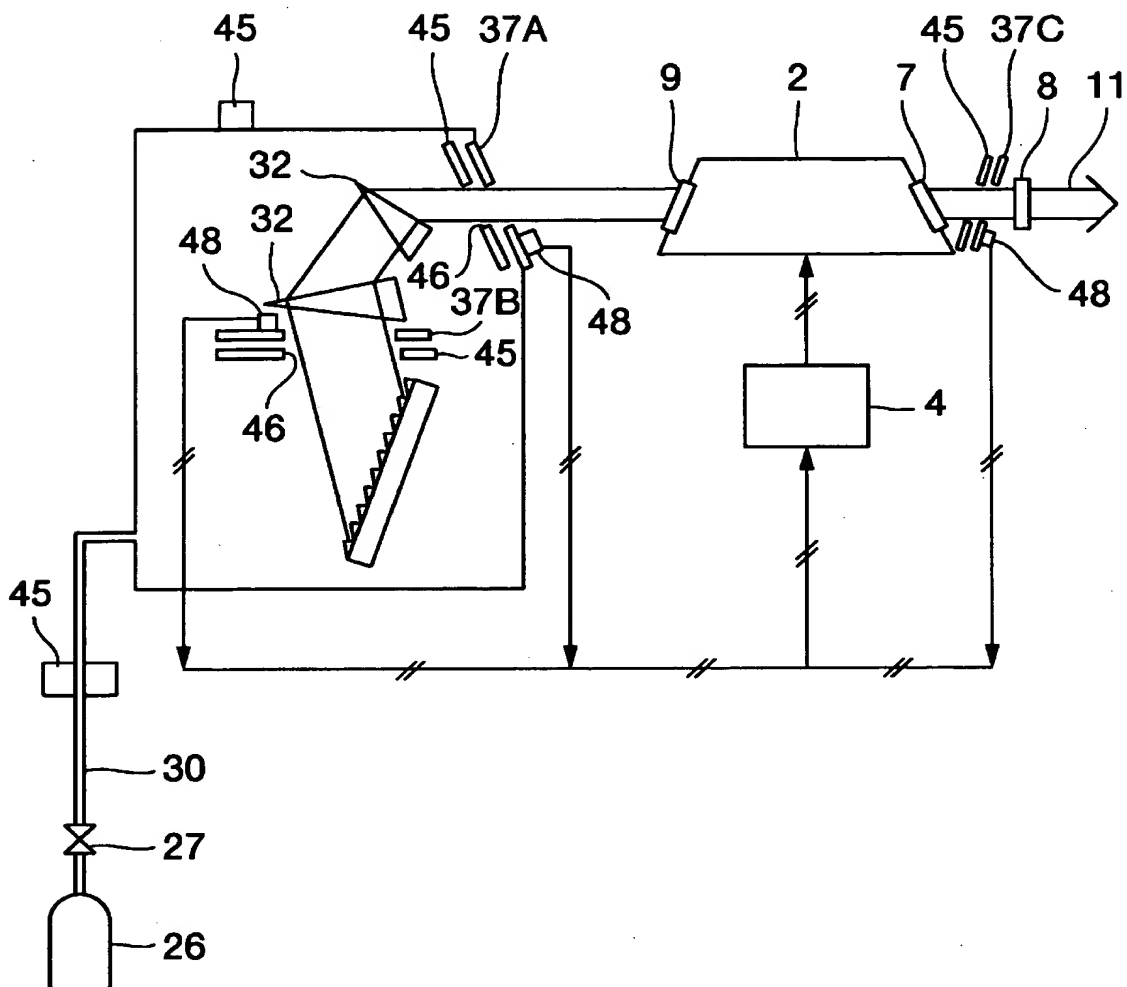
【図 5】

遮光素子の他の例を示す斜視図



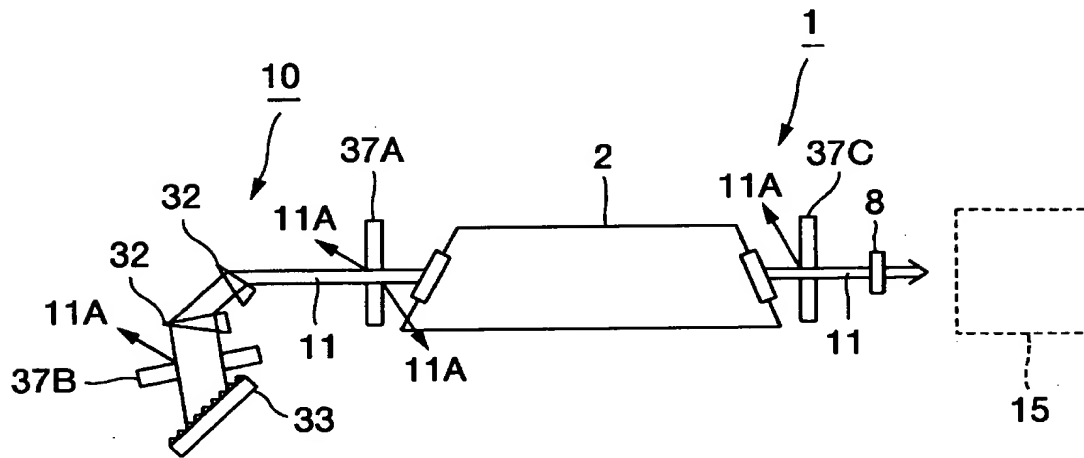
【図 6】

第4実施形態に関わるエキシマレーザの構成断面図



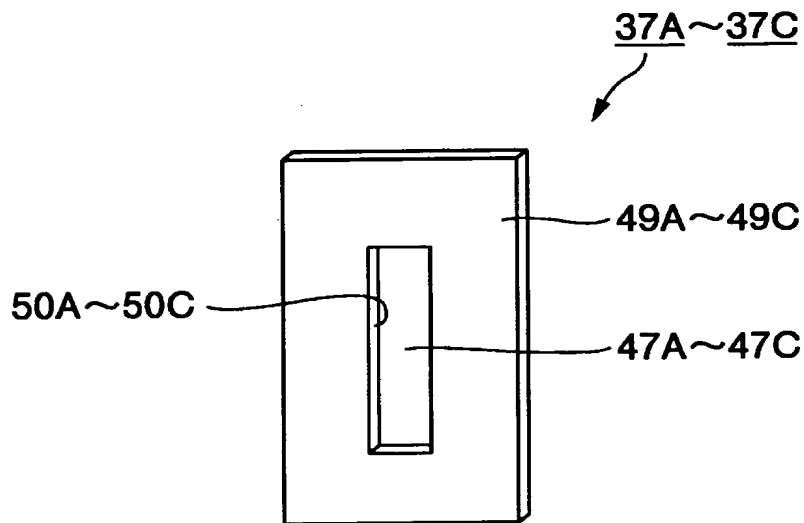
【図 7】

従来技術に関わるエキシマレーザの断面構成図



【図 8】

従来技術に関わる遮光素子の斜視図



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 遮光素子の透光部の温度勾配の変化を抑えてレーザー光を高品位に保つことの可能な狭帯域化紫外レーザーを提供する。

【解決手段】 レーザ光 1 1 を透過させる開口からなる透光部 4 7 A ~ 4 7 C と、透光部 4 7 A ~ 4 7 C の周囲にあって不要レーザー光 1 1 A を光路から除去し、レーザー光 1 1 を所定形状に整形する遮光部 4 9 A ~ 4 9 C とを有する遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C を備えた狭帯域化紫外レーザーにおいて、遮光素子 3 7 A ~ 3 7 C 近傍に設けた加熱手段 4 5 によって透光部 4 7 A ~ 4 7 C を加熱する。また、レーザー光 1 1 が発振していない状態においてもこの加熱を行ない、開口内の気体の温度が所定の温度よりも高くなったことに基づいてレーザー発振を開始する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001236]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区赤坂二丁目3番6号
氏 名	株式会社小松製作所

